三十年來台灣瓜類病毒病害的流行趨勢演變

鄧汀欽[1,2]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

[2] 通訊作者 e-mail: tcde@tari.gov.tw

摘 要

台灣瓜類栽培面積廣且週年都有生產，時空重疊或銜接的結果，使得瓜類病毒病流行不絕，爲生產體系中的限制因子。現有紀錄感染台灣瓜類的病毒有 16 種，包括蚜蟲傳播的：甜菜西方黃化病毒 (*Beet western yellows virus,* BWYV)、瓜類蚜媒黃化病毒 (*Cucurbit aphid-borne yellows virus*, CABYV)、胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV)、甜瓜蚜媒黃化病毒 (*Melon aphid-borne yellows virus*, MABYV)、甜瓜脈綠嵌紋病毒 (Melon vein-banding mosaic virus, MVbMV)、木瓜輪點病毒 (*Papaya ringspot virus*, PRSV)、絲瓜蚜媒黃化病毒 (Suakwa aphid-borne yellows virus, SABYV)、矮南瓜黃化嵌紋病毒 (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV)；薊馬傳播的：海芋黃斑病毒 (Calla lily chlorotic spot virus, CCSV)、甜瓜黃斑病毒 (Melon yellow spot virus, MYSV)、番茄斑點萎凋病毒 (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)、西瓜銀斑紋病毒 (*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)；粉蝨傳播的：瓜類退綠黃化病毒 (*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV)、南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV)、番茄捲葉新德里病毒 (*Tomato leaf curl New Delhi virus*, ToLCNDV)，及種子傳播的：胡瓜綠斑嵌紋病毒 (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV)。其中 CGMMV、CMV、MVbMV、MYSV、PRSV、ToLCNDV、及 ZYMV 還可經由病株汁液傳播。台灣自 1944 年農家便覽即有瓜類病毒病害記錄，到最近的報告數據顯示，蚜蟲媒介傳播的病毒一直都是瓜類作物上主要的流行病毒，包括 ZYMV、PRSV、及 CMV 以非永續性方式，CABYV 以永續性方式傳播。1990s 年代南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 以永續型方式傳播的 tospoviruses 崛起，WSMoV 及 MYSV 陸續成爲主流病毒。銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii*) 入侵立足台灣後，begomoviruses 靠其媒介傳播感染瓜類，其中 SLCPHV 爲 2008 年以來造成洋香瓜絕產的流行病毒。2009 年中爆發另一粉蝨傳播的病毒 CCYV，短期內台灣各種瓜類皆受其感染。但 2011 年初由於連續低溫，開春較晚，粉蝨蟲媒密度低，病毒病疫情得以稍緩。

關鍵詞：葫蘆科、流行、蚜蟲傳播、薊馬傳播、粉蝨傳播

前 言

台灣瓜類栽培面積廣且種類繁多，根據 2009 年農業統計年報，葫蘆科作物

中越瓜、胡瓜、冬瓜、苦瓜、西瓜、香瓜及洋香瓜等的生產面積共 22,984 公頃，此外尚有南瓜、絲瓜、稜角絲瓜及扁蒲等作物廣被栽培及少數蛇瓜或梨瓜等零星栽培而未列入統計。因爲瓜類週年都有栽種生產，時空重疊或互相銜接的結果，使得瓜類共通感染的各種病蟲害就跟隨作物生長而綿延不絕，當中又以病毒病害最嚴重，成爲瓜類作物生產體系中除不掉的限制因子。1999 年農業統計年報記載全國瓜類栽培面積達 38,854 公頃，近來瓜類生產基地卻逐年縮減，目前僅餘 10 年前的 6 成，尤以洋香瓜已不到原先的 1/2，雖然是栽培制度精緻化與設施化的結果使然，但是與病毒病的風險高、業者無病害管理對策及農民栽種意願低落等因素有關。

在自然環境下可感染瓜類作物的病毒種類超過 50 種，台灣現有紀錄感染瓜類的病毒有 16 種 (圖1)，包括蚜蟲傳播的：甜菜西方黃化病毒 (*Beet western yellows virus,* BWYV) (陳, 2003)、瓜類蚜媒黃化病毒 (*Cucurbit aphid-borne yellows virus*, CABYV) (Deng *et al.*, 1997)、胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV) (鍾, 1972)、甜瓜蚜媒黃化病毒 (*Melon aphid-borne yellows virus*, MABYV) (Knierim *et al.*, 2010)、甜瓜脈綠嵌紋病毒 (Melon vein-banding mosaic virus, MVbMV) (Huang *et al.*, 1993)、木瓜輪點病毒 (*Papaya ringspot virus*, PRSV) (王等, 1978)、絲瓜蚜媒黃化病毒 (Suakwa aphid-borne yellows virus, SABYV) (Knierim *et al.*, 2010)、矮南瓜黃化嵌紋病毒 (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) (許等, 1985)；薊馬傳播的：海芋黃斑病毒 (Calla lily chlorotic spot virus, CCSV) (Chen *et al.*, 2005)、甜瓜黃斑病毒 (Melon yellow spot virus, MYSV) (Chen *et al.*, 2008)、番茄斑點萎凋病毒 (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) (Yeh *et al.*, 1988)、西瓜銀斑紋病毒 (*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV) (Yeh *et al.*, 1992)；粉蝨傳播的：瓜類退綠黃化病毒 (*Cucurbit chlorotic yellows virus*, CCYV) (曾等, 2009)、南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV) (廖等, 2005)、番茄捲葉新德里病毒 (*Tomato leaf curl New Delhi virus*, ToLCNDV) (Chien *et al.*, 2008)，及種子傳播的：胡瓜綠斑嵌紋病毒 (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) (王與陳, 1982)。其中 CGMMV、CMV、MVbMV、MYSV、PRSV、ToLCNDV、及 ZYMV 還可經由病株汁液感染瓜類植株。這些病毒在各種不同的瓜類作物上所發生的情形各有所異，且田間複合感染很普遍，造成植株不同程度的病徵，輕者僅葉片出現嵌紋或黃斑，植株生育減緩，重者葉片及果實畸型，頂芽壞疽，植株生長停止、全株黃化或提早死藤，影響瓜果品質及產量，且一旦罹患病毒病，植株即無藥劑可以治癒。多年來由於瓜類栽培的生態環境與時推移，病毒病的流行趨勢也跟隨變遷，近年的演變更是越來越快，令防疫工作疲於奔命。此刻若田間監測技術及防疫策略無法與時俱進，瓜類病害管理將無所適從而任憑病毒肆虐。本文僅將台灣所發生的瓜類病毒病流行趨勢演變及歷年來前人研究的結果整理陳述，以便研擬實際的策略來對症下藥。

瓜類病毒病害的流行趨勢

一、1980 以前 (CMV 及 WMV)

1944 年台灣農家便覽記載瓜類的 9 種病害中即有瓜類嵌紋 (mosaic) 病，根據其病徵描述及蚜蟲傳播的特性，應是 CMV 在台灣的濫觴。當時除洋香瓜尚未引進外，農家種植的葫蘆科 (Cucurbitaceae) 作物已包括現有的各種瓜類。光復後瓜類栽培技術改進，國外優良品種源源引進，利之所趨使得瓜類栽培面積持續擴大，病毒病也隨之廣泛漫延。1959 年台灣西瓜重要病害調查結果如表 1 顯示：北中南各地西瓜田都有毒素病發生，尤其南部 (高屏) 春播西瓜有 29.3% 的發病率，惟當時並無法鑑定是何種病毒感染 (黃及簡, 1959)。1968 年吳與蘇報告台灣西瓜嵌紋病 (watermelon mosaic) 的研究，於是西瓜嵌紋病毒 (watermelon mosaic virus, WMV) 在 1970s 年代成爲台灣瓜類病毒研究的主流 (吳, 1969; 鄭, 1978; 李, 1981; Wu & Su, 1977)，以致 WMV 被看成當時最流行的瓜類病毒。但西瓜嵌紋病毒有 2 種: WMV-1 及 WMV-2，兩者血清關係及生物特性涇渭分明，不能混爲一談 (Webb & Scott, 1965)。1975 年台灣木瓜輪點病毒 (PRSV) 初起，王等發現木瓜上的 PRSV 可以感染葫蘆科瓜類 (王等, 1978)。1984 年 Yeh *et al.*,

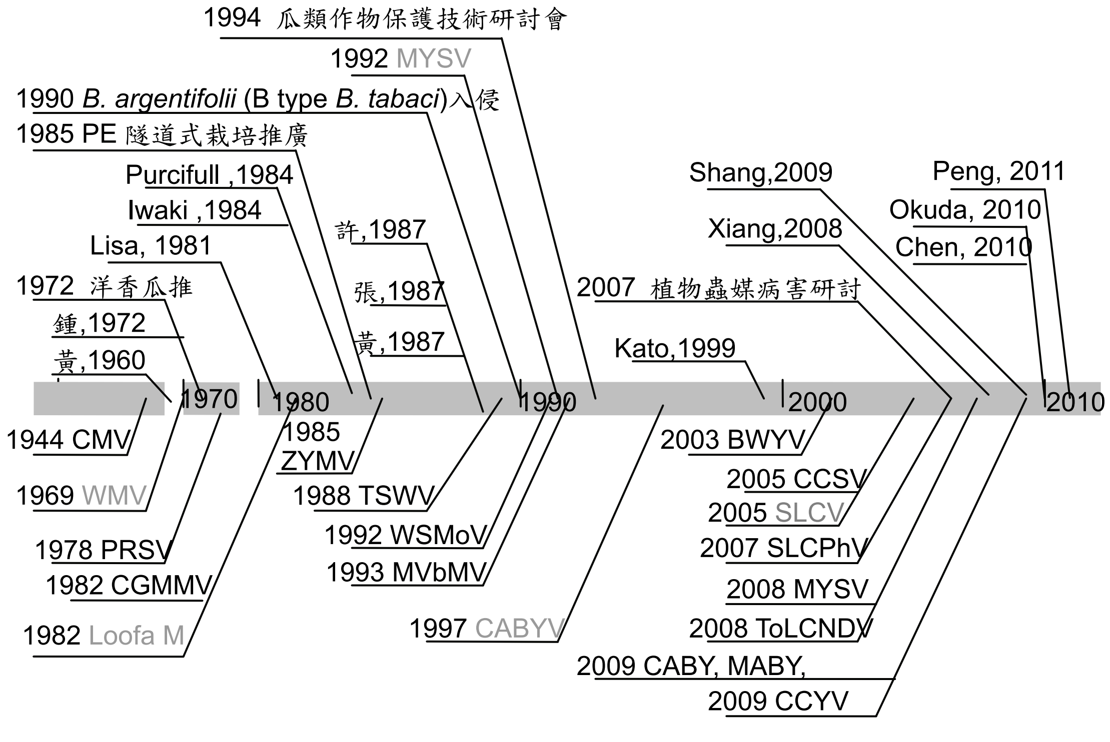

圖 1. 台灣瓜類病毒及相關事件發生的年表圖。

Fig. 1. Diagram of cucurbit-infecting viruses and events occurred in Taiwan in a chronological order.

發現 PRSV 與 WMV-1 有不可區分的血清學反應及相同的生物學特性，僅差別在 PRSV 可感染番木瓜科、葫蘆科及藜科；而 WMV-1 只能感染葫蘆科及藜科，不能感染番木瓜科。同年 WMV-1 被更名爲西瓜型木瓜輪點病毒 (type W isolate of PRSV, PRSV-W)，原來的 PRSV 爲木瓜型木瓜輪點病毒 (type P isolate of PRSV, PRSV-P) (Purcifull *et al.*, 1984a)，另外稱爲西瓜嵌紋病毒的只有 WMV-2 (Purcifull *et al.*, 1984b)。後來經核酸序列比對，更能確定上述的分類結果，惟當初國內病毒發生調查時依據血清反應認爲 WMV-2 也有相當比率發生於台灣 (許等, 1987; 張等, 1987; 彭等, 2006)，後來經核酸分析後卻否定的例子，推測 WMV-2 可能沒在台灣立足，目前 WMV 列爲檢疫監測項目 (鄭, 2008)。至於 PRSV-W 與 PRSV-P 有不可區分的血清學反應，而 PRSV-P 也會感染葫蘆科，因此調查報告中利用免疫酶聯反應 (ELISA) 所得 PRSV-W 的數據應屬 PRSV 全體。

二、1980s (Aphid-borne potyviruses)

1980s 年代的台灣，由於平面資訊的流通，病毒試驗設備與鑑定技術的改進，加上優質人力的投入，國內瓜類病毒的研究逐漸趕上國際水準，此時的研究工作已可和國際接軌，研究報告也廣被引用。1985 年許等發表矮南瓜黃化嵌紋病毒 (ZYMV) 之分離與鑑定報告，此病毒在義大利首先被發現命名 (Lisa *et al.*, 1981)，其後在法國、美國、黎巴嫩、日本、西班牙，德國，摩洛哥、以色列等地均相繼發現 (Lisa & Lecoq, 1984)。事實上台灣在 1982 年發表的絲瓜嵌紋病毒 (張及柯, 1982) 也是 ZYMV，是當時瓜類發生最普遍且最嚴重的病毒。另外胡瓜綠斑嵌紋病毒 (CGMMV) 也在 1982 年留下首發記錄 (王及陳, 1982, 1985)，雖然 CGMMV 從未對台灣瓜類造成明顯的病害災情，但是其經種子傳播的特性，是全球檢疫工作的重點。此時期從甜瓜分離出來一個生物性特異的 potyvirus 經鑑定發表爲甜瓜脈綠嵌紋病毒 (MVbMV) (Huang *et al.*, 1993)，但並無後續的研究報告。1987 年三篇瓜類病毒病發生調查報告 (許等, 1987; 張等, 1987; 黃等, 1987)，成爲往後病毒種類流行調查的模式，本文據以彙整分析流行趨勢，如表2 所示，1985-1986 年間胡瓜、絲瓜、苦瓜、冬瓜、南瓜、甜瓜及西瓜田間病毒發生率最高的都是 ZYMV，其次爲 WMV-1，唯有蒲瓜是 CGMMV 發生率最高。總共採集 2576 個有疑似病毒病徵的樣本，其中約 19% 的樣本是混合感染，也有約 35% 的樣本與所有供試抗體都無反應。無論如何，這些數據顯示 1980s 年代是 *Potyvirus* 流行的年代，這屬病毒靠蚜蟲以非永續性 (non-persistent) 方式傳播，台灣至少有 10 種蚜蟲可傳播 PRSV-W，6 種蚜蟲可傳播 ZYMV，其中以桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer) 及棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 傳播兩種病毒的效率最高 (趙等, 1993)。Potyviruses 亦可藉由汁液傳播，因此田間農事操作時污染的工具或人爲的接觸，均能造成病毒的擴散傳播。

三、1990s (Thrips-borne tospoviruses)

Tospoviruses 的特性是靠薊馬傳播，在國外主要是西方花薊馬 (*Frankliniella*

occidentalis Pergande)，在台灣是由南黃薊馬 (*Thrips palmi* karny) 以永續型方式傳播，但僅在薊馬幼蟲期刺吸病株汁液才能獲毒，而帶毒蟲幼蟲及成蟲均有傳播病毒的能力。另外，部份種類病毒亦可藉由汁液傳播。在台灣有紀錄的共有 4 種全屬於 *Bunyaviridae* 科之 *Tospovirus* 屬。分述如下：

(一)番茄斑點萎凋病毒 (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)

TSWV 早在 1915 年即於澳洲被發現，造成番茄葉呈青銅化病徵。台灣則於 1988 年由溫室栽培之刺角瓜及田間西瓜上發現 (Yeh, 1988)，TSWV 引起台灣西瓜「翹尾」及「稍枯」現象，在台灣西瓜及甜瓜上發生普遍，極具危害力的病毒 (Chen *et al.*, 1990)。TSWV 爲 *Tospovirus* 屬的典型成員，在多種經濟作物上造成嚴重的病害至少有 50 科 500 種以上的作物可被感染，包含雙子葉及單子葉植物，如葫蘆科作物中的西瓜、胡瓜、刺角瓜等，茄科作物包括番茄、煙草、馬鈴薯及茄子等，豆科包括花生及豌豆等皆可被 TSWV 所爲害 (Kormelink, 2005)。但 1992 年 WSMoV 鑑定後，認爲台灣瓜類上原先發生的 tospovirus 都是 WSMoV。

(二)西瓜銀斑紋病毒 (*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)

日本於 1984 年時由 Iwaki 等在西瓜上發現另一種 tospovirus，造成西瓜葉肉內水層分隔致外觀形成銀色反光之病徵，同時葉片也呈嵌紋斑駁，因此稱之爲西瓜銀斑病 (Watermelon silver mottle)，病原的特性與 TSWV 類似，當初也認爲是 TSWV，但其血清特性異於 TSWV。台灣於 1992 年確定 WSMoV 的發生，罹病西瓜株葉片有銀斑病徵。西瓜以外，台灣種植之胡瓜、甜瓜及冬瓜均極易被 WSMoV 感染。靠薊馬及接觸傳染，在各種瓜類間交互感染且在栽培區迅速蔓延，是瓜類作物在 1990s 年代新興的流行病毒 (表3)。彭等自 2003 年 9 月至 2005 年 10 月在雲嘉南 30 鄉鎮瓜類栽培田採樣調查，結果如表4。

(三)海芋黃班病毒 (Calla lily chlorotic spot virus, CCSV)

病毒特性與 WSMoV 相似，非瓜類的主要病毒，但曾在台灣中部冬瓜偵測到 CCSV (Chen *et al.*, 2005)。

(四)甜瓜黃班病毒 (*Melon yellow spot virus*, MYSV)

MYSV 首發在日本，Kato *et al.* 於 2000 年發表並命名，病毒特性與 WSMoV 相似。2008 年在台灣首先被發現並鑑定的分離株是來自西瓜 (Chen *et al.*, 2008)，但是 2007-2009 年調查結果顯示西瓜感染 WSMoV 的比率仍比 MYSV 高。同樣 2007-2009 年間調查洋香瓜主要流行病毒卻是 MYSV (Peng *et al.*, 2011)。薊馬傳播之外，汁液也可傳播 MYSV 到瓜類上，且其血清學特性異於 WSMoV (Chen *et al.*, 2010)。2006/07 年台灣南部冬裏作洋香瓜遭受病毒病嚴重危害，受害面積超過 500 公頃，損失達二億五千萬元，MYSV 與 WSMoV 是主要的致病因子 (表4、表5、表6、表7)。2007/08 年防檢局以 tospoviruses 爲防治目標，經嚴密監控疫情，徹底清園，適時噴藥，全面防範，使病毒病疫情得以控制 (彭等, 2008)。Chao *et al.* 2010 報告 MYSV 在台灣胡瓜上的發生情形。

四、1990s (Aphid-borne poleroviruses)

1990s 年代在台灣崛起的另一屬病毒爲 *Polerovirus*。 此類病毒存在於植物韌皮部，被蚜蟲刺吸進入蟲體內，病毒可在蟲體內繁殖，因此帶病毒的蚜蟲可以終生傳播病毒，但無其他傳播方式。台灣瓜類作物上共有 4 種這類病毒，全都屬於 *Luteoviridae* 科之 *Polerovirus* 屬，分述如下：

(一)瓜類蚜媒黃化病毒 (*Cucurbit aphid-borne yellows virus*, CABYV)

1988 年法國首發，1992 年 Lecoq *et al.* 鑑定其致病因子是一種 luteovirus，並命名爲 CABYV。台灣在 1997 年 5 月由 Lecoq 在七股鄉首次發現甜瓜感染 CABYV 的現象，後經病毒抗體測定，發現 CABYV 已普遍存在於台灣的各種瓜類上，尤其是在甜瓜及胡瓜造成下位葉黃化，植株提早老化 (Deng *et al.*, 1997)。因其病徵極易與生理失調及土壤病害混淆，且 CABYV 不經機械傳播，無法以一般接種試驗檢定，以致早期病毒發生調查時 CABYV 的偵測是一項盲點，1997 年以後的病毒發生調查才包括進去 (表4)。寄主包括一些藜科、菊科、十字花科、馬齒莧科植物，通常這些瓜類以外的雜草上所寄生的 CABYV 會經蚜蟲帶入新的瓜田內，感染栽種的植株而啓動整個病害流行。但是 CABYV 發病條件仍有限制，大都發生在熱帶或亞熱帶地區，或只在高溫季節發病。因 CABYV 在蚜蟲體內會進到腸道，但是並未在內繁殖，蟲媒方式屬於 circulative type (Brault *et al.*, 2007; Reinbold *et al.*, 2003)，因此其傳播效率有限，在台灣瓜類生長期的氣溫下降後，CABYV 的發生率即顯著減少。

(二)甜瓜蚜媒黃化病毒 (*Melon aphid-borne yellows virus*, MABYV)

MABYV 原來是 CABYV 的分離株，外表型差異不大，但核酸比對結果認定是獨立的一個種 (Xiang *et al.*, 2008)，在台灣西瓜、冬瓜及蒲瓜上有偵測到 (Knierim *et al.*, 2010)。

(三)絲瓜蚜媒黃化病毒 (Suakwa aphid-borne yellows virus, SABYV)

SABYV 原來也是 CABYV 的分離株，特性如同 CABYV，但核酸比對結果認定是獨立的一個種 (Shang *et al.*, 2009)，在台灣絲瓜及南瓜上有偵測到 (Knierim *et al.*, 2010)。

(四)甜菜西方黃化病毒 (*Beet western yellows virus,* BWYV)

2003 年檢測台灣西瓜、越瓜、胡瓜、南瓜、苦瓜、梨瓜、絲瓜等田間植株，都有發現 BWYV 感染的情形。其自然寄主植物達 150 種以上，田間雜草如山萵苣、黃鵪菜等都是 BWYV 的宿主。發生於葉菜作物甜菜、萵苣、蘿蔔和菠菜等，主要病徵爲葉片黃化。在台灣 BWYV 不經汁液機械式傳播，可經由桃蚜、棉蚜、偽菜蚜、白尾紅蚜及無肘脈蚜等 5 種蚜蟲以永續方式傳播 (陳, 2003)。

五、2000s (whitefly-borne begomoviruses)

於 1990 入侵台灣，目前成爲優勢種的銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) (陳及張, 1997) 或菸草粉蝨 (*Bemisia tabaci* Gennadius) Q 型生物小種 (biotype) 是傳播 begomoviruses 的媒介 (Brown *et al.*, 1995)。在台灣感染瓜類的 begomoviruses 有 2 種，都屬於 *Geminiviridae* 科, *Begomovirus* 屬。分述如下：

(一)南瓜捲葉菲律賓病毒 (*Squash leaf curl Philippine virus*, SLCPHV)

2005 年從冬瓜分離的南瓜捲葉病毒 (SLCV) 爲 SLCPhV 在台灣的首發報告 (廖等, 2005)，隨後南瓜、洋香瓜等各種瓜類也可分離到 SLCPHV。感染 SLCPHV 使冬瓜植株葉部黃化、葉脈突起褪色、葉面皺縮、捲葉且生長勢減弱，若再加上其他病毒的協力作用，嚴重影響果實產量 (Liao *et al.*, 2007)。洋香瓜感染 SLCPHV 後發生捲葉病，使罹病植株葉片皺縮及莖部節間縮短，提早開花並結沒有商品價值的小果，嚴重影響果農的收益。2008 年 9 月因連續颱風及進入栽培期後的暖冬少雨現象，粉蝨密度高，使 2008/09 期的洋香瓜遭受空前嚴重的病毒病爲害，主要是由 SLCPHV 引起的捲葉病，據調查二崙及崙背地區洋香瓜感染率約 4 成，粉蝨帶毒率約 50%; 台南將軍及安南等地感染率約 4-6 成，粉蝨帶毒率約 55%; 高雄岡山地區感染率約 6 成，粉蝨帶毒率約 45% (廖等, 2009) 。十二月在台南市安南區發現植株定植後第二片本葉即出現病徵，所採樣本中全數帶有 SLCPHV。其中‘秋華二號’和‘七股香’同樣罹病，發生地區遍及雲林、台南及高雄等地 (鄭等, 2009)。

(二)番茄捲葉新德里病毒 (*Tomato leaf curl New Delhi virus*, ToLCNDV)

2007 年於銀輝甜瓜園發現，並鑑定其與泰國危害胡瓜之 ToLCNDV 核酸序列相同度最高 (Chien *et al.*, 2008)。ToLCNDV 具有 *Begomovirus* 所有的特性，但利用 ToLCNDV 之汁液機械接種，可感染東方型甜瓜、胡瓜、矮南瓜、越瓜、扁蒲、絲瓜、圓葉菸草及番茄，惟其田間發生的情形有待調查。

六、2009 (whitefly-borne crinivirus)

在台灣由粉蝨傳播感染瓜類的 crinivirus 只有 1 種即 CCYV，屬於 *Closteroviridae* 科, *Crinivirus* 屬。2004 年 CCYV 首先發生在日本 (Okuda *et al.*, 2010)，台灣亦在 2009 年首次報告 (曾等, 2009)，隨後發現甜瓜、洋香瓜、胡瓜、西瓜、南瓜、扁蒲及佛手瓜等作物皆有 CCYV 感染 (彭等, 2010; Huang *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2010)，一般瓜類生育中後期所發生植株全面黃化徵狀，也多爲 CCYV 所爲害。感染株病毒分佈局限於韌皮部，磨擦接種不能感染寄主。CCYV 經由粉蝨傳播接種，可以感染瓜類以外包括菊科、藜科、旋花科、豆科及茄科的植物 (Okuda *et al.*, 2010)。CCYV 目前有發生紀錄的地區僅限於日本 (九州全部、本州關東部份地區及四國部份地區)、台灣 (部份地區) 和中國大陸 (上海、寧波及壽光)。比對分析 CCYV 的核苷酸序列，推論目前各地的 CCYV 都是同一來源 (日本九州熊本縣)。隨著粉蝨猖獗，2010 年 CCYV 及 SLCPHV 仍是瓜類的主要病毒，CCYV 甚至在宜蘭壯圍也有發現。但 2011 年初由於連續低溫，開春較晚，粉蝨等蟲媒密度低，病毒病疫情得以稍緩。

結 論

瓜類病毒病會受到關注，因其發生蔓延極爲快速，病發後疫情慘重。這些病毒病擴散流行的關鍵即在於昆蟲媒介傳播的效率。現有資料顯示：自有瓜類病毒記錄 (1944 年農家便覽) 到最新研究報告 (Peng *et al.*, 2011) 的數據顯示，蚜蟲

媒介傳播的病毒就是瓜類作物上主要的流行病毒，包括 ZYMV、PRSV、CMV 以非永續性及 CABYV 以永續性方式傳播的病毒。因此在瓜類病毒病害發生嚴重的疫區，利用網室栽培隔絕有害動物入侵，即可節省殺蟲劑的施用，同時因保護的效果而提高果實質與量。但是 32 目防蟲網對薊馬無隔絕效果，致使薊馬傳播的 tospoviruses 無法防治，因此需結合其他防疫措施，才能控制病毒病害的發生 (鄧等, 2002)。

1972 年洋香瓜推廣栽培 (黃等, 1999)，1985 年推廣 PE 布隧道式栽培，瓜農採用後由於冬季保溫良好，可提高果實甜度，減少裂果，且提早收穫，獲利較高 (杜等, 1985)。而且隧道式栽培會抑制主要病蟲害 (露菌病、蔓枯病、毒素病、潛葉蠅等)，但促進白粉病及蚜蟲發生，整體節省病蟲害防治成本 41% (黃等, 1987)。由於隧道式栽培洋香瓜明顯的效益，農民紛紛投入，栽培面積大增。直到 2006/07 年遭受病毒病嚴重危害，薊馬傳播的 MYSV 與 WSMoV 爲主要元兇。2007/08 年疫區經徹底清園，面積超過 500 公頃，全面防範後使病毒病疫情得以控制 (彭等, 2008)。2008/09 期南部洋香瓜再度爆發嚴重的病毒病，此次鑑定結果主要是由 SLCPHV 所引起的捲葉病，據調查疫區的粉蝨半數帶有 SLCPHV (廖等, 2009)，這些帶毒蟲隨時隨地就可把 SLCPHV 傳播出去，造成捲葉病的流行，如今歷經三年狀況未曾減緩。由於 PE 布隧道式栽培仍是目前洋香瓜栽種的主要方式，而這種開放式的栽培制度並非爲防蟲目標而設計，雖然早期報告說它可減少毒素病的發生，但在寒冬季節，田裡的 PE 布隧道內無異是各種蟲類越冬的溫床，尤其是活動性強的粉蝨。因此彭等亦提出利用網室栽培來隔離粉蝨以防治捲葉病毒的策略 (彭等, 2009)，此一策略應用到 CCYV 的防治應該也有效。

瓜類病毒病早在 1944 年以前就已在臺灣發生，以毒素病或嵌紋病稱之，1980s 年代開始能夠鑑別病毒，然後被鑑定出來的就是一項新發現的病毒種。但是在 1985-1986 年間以病徵判斷是病毒病的 2576 個採集樣本中有 35% 是完全與所有供試抗體都無反應 (許等, 1987)，這其中除了無病毒的負反應外，必有部份是當時尚未能檢測出來的病毒種。1990s 年代病毒的分類愈趨細膩，抗體 (包括單株抗體) 製造及分生技術已趨成熟，國內植物病毒研究不但能與國際接軌，且在 tospoviruses 的領域還領先國際，屢見全球首發或分類標準報告。目前在台灣有 4 種 tospoviruses 感染瓜類，主要流行的是 WSMoV 及 MYSV。兩者中 MYSV 比 WSMoV 多了機械傳播的能力，分類特性也有所差異 (Chen *et al.*, 2010)，而且 MYSV 流行趨勢逐漸升高 (Peng *et al.*, 2011)，就值得特別關注。反觀蚜蟲傳播感染的 CABYV，被依核酸差異分成三個種 (CABYV, MABYV,及 SABYV) (Knierim *et al.*, 2010)，如此分類自有其分子生物學上的意義，但是除非有新的生態學證據，否則在植物病害管理的立場將其定位爲同一種爲宜，以免治絲益紛徒增困惱。當 2009 年捲葉病仍然嚴重之時，赫然發現 CCYV 已在雲嘉南各種瓜類上普遍發生，以往認爲缺鎂的黃化現象，可能是 CCYV 感染所致。由於銀葉粉蝨可以傳播這兩種病毒，因此只要阻隔了銀葉粉蝨就可防治三種瓜類上的主要病毒 (SLCPHV, ToLCNDV, 及 CCYV)，可謂是事半功倍的防治策略。

本文所列的 16 項病毒種都是已鑑定至種的階層且有公開報告的紀錄，此外

尚有鑑定中的瓜類病毒未收錄在內，手上收集的一些疑似病株的病原也亟待鑑定，因此台灣的瓜類病毒種類已超過 16 種，其流行趨勢值得進一步探討。

引用文獻

臺灣總督府農業試驗所。1944。うり(瓜)類の病害。臺灣農家便覽: 1075-1076。臺北市臺灣農友會發行。2280 pp。

王双明、陳脉紀。1982。從扁蒲分離之胡瓜綠斑嵌紋病毒。植保會刊 24: 279。

王双明、陳脉紀。1985。胡瓜綠斑嵌紋病毒之扁蒲新系統。植保會刊 27: 105-110。

李達人。1981。台灣西瓜嵌紋病病原分離純化與血清反應之研究。國立中興大學植物病理研究所碩士論文，台中市。

王惠亮、王金池、邱人彰、孫明賢。1978。台灣木瓜輪點病研究初報。植保會刊 20: 133-140。

杜金池、黃賢良、楊紹榮、程永雄、黃杉坻、陳榮五。1985。洋香瓜塑膠布隧道式栽培 73／74 年期示範效益評估。台南區農業改良場研究彙報 19: 13-22。

吳文希。1969。台灣西瓜嵌紋病的檢定及生態研究。國立台灣大學植物病蟲害研究所碩士論文，台北市，59 pp.。

吳文希、蘇鴻基。1968 。西瓜嵌紋病之研究。植保會刊 10: 79-80。

許秀惠、王惠亮、黃秋雄。1985。矮南瓜 (Zucchini) 黃化嵌紋病毒之分離與鑑定。中華農業研究 35: 87-95。

許秀惠、黃秋雄、張清安、楊偉正、張有明、蕭吉雄。1987。五種瓜類病毒在本省六種葫蘆科作物上之發生與分佈。植保會刊 29: 233-244。

張友朋、蕭吉雄、楊偉正、許秀惠、趙玉珍、黃秋雄。1987。五種瓜類病毒在台灣本省甜瓜及西瓜之發生與分佈。中華農業研究 36: 389-397。

張清安、柯南靖。1982。感染絲瓜之新病毒-絲瓜嵌紋病毒之鑑定。植保會刊 24: 281。

黃杉苠、程永雄、杜金池。1987。洋香瓜隧道式栽培對蟲害發生之影響。台南區農業改良場研究彙報 21: 25-32。

黃秋雄、趙玉珍、張清安、許秀惠、蕭吉雄。1987。本省絲瓜病毒種類之鑑定及其病徵比較。中華農業研究 36: 413-420。

黃賢良、鄭安秀、陳文雄。1999。隧道式洋香瓜栽培管理。台南區農業改良場技術專刊 88-6 (No.92) 26 pp.。

黃讚、簡和順。1960。西瓜重要病害調查。中華農業研究 9: 32-39。

陳文雄、張煥英。1997。銀葉粉蝨之生態與防治。台南區農業改良場技術專刊 86-1 (No.67) 6 pp.。

陳滄海。2003。台灣地區甜菜西方黃化病毒 (*Beet western yellows virus*) 之發生、鑑定及蚜媒傳播特性與生態。植病會刊 12: 43-56。

彭瑞菊、陳紹崇、吳雅芳、鄭安秀。2006。台南區瓜類病毒病害的種類及分佈。台南區農業專訊 55: 9-11。

彭瑞菊、鄭安秀、葉錫東。2008。2007年初台南地區洋香瓜病毒病害嚴重發生原因之探討。植病會刊 17: 86。

彭瑞菊、陳昇寬、胡仲祺、葉錫東。2009。利用簡易網室降低洋香瓜南瓜捲葉病毒病及罹病毒果實品質產量之評估。植保會刊 51: 130-131。
彭瑞菊、張淳淳、蔡翰沅、張雅玲。2010。認識瓜類作物新病毒-瓜類退綠黃化病毒。台南區農業專訊 73: 11-14。
曾獻嫺、陳宗祺、黃莉欣。2009。新興瓜類 Crinivirus 屬病毒之診斷與鑑定。植保會刊 51: 132。
趙佳鴻、陳慶忠、黃秋雄。1993。瓜類兩種屬馬鈴薯Y群病毒之傳播與生態學研究。第 391-403 頁。植物病毒與似病毒病害研討會專刊。
廖吉彥，鄧汀欽，蔡錦慧，林子凱，胡仲祺，鄭櫻慧，張清安。2005。從冬瓜分離的南瓜捲葉病毒之初步鑑定。植保會刊 47: 432-433。
廖吉彥、鄧汀欽、胡仲祺、鄭櫻慧。2009。2008 年南部地區洋香瓜捲葉病病害發生原因之探討。植病會刊 18: 77-78。
鄭德源。1978。綠皮香瓜嵌紋病原毒素之分離及其組織學上之研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文，台中市。99 頁。
鄭櫻慧。2008。西瓜嵌紋病毒之偵察調查。行政院農委員會動植物防疫檢疫局, 35 pp。
鄭櫻慧、廖吉彥、鄧汀欽、蔡錦慧、胡仲祺。2009。南瓜捲葉菲律賓病毒在南部洋香瓜上的流行調查。植病會刊 18: 78。
鄧汀欽、蔡錦慧、楊偉正、余志儒、蕭吉雄。2002。利用網室栽培防治胡瓜病毒病害。農業試驗所技術服務季刊 51: 21-25。
鄧汀欽、廖吉彥，蔡錦慧，余志儒，蔣國司、賴信宏、林子凱，張清安，Lecoq, H.。2007。瓜類蚜媒黃化病毒在台灣之發生。第 163-183 頁。2007 植物蟲媒病害與防治研討會專刊。
鍾淑貞。1972。台灣胡瓜嵌紋病之研究。國立台灣大學植物病蟲害研究所碩士論文，台北市。
Brault, V., É. Herrbach, and C. Reinbold. 2007. Electron microscopy studies on luteovirid transmission by aphids. Micron 38: 302-312.
Brown, J. K., D. R. Frohlich, and R. C. Rosell. 1995. The sweetpotato or silverleaf whitefles: biotyoes of *Bemisia tabaci* or a species complex? Annu. Rev. Entomol. 40: 511-534.
Chao, C. H., T. C. Chen, Y. C. Kang, J. T. Li, L. H. Huang, and S. D. Yeh. 2010. Characterization of melon yellow spot virus infecting cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 19: 41-52.
Chen, C. C., J. F. Shy, and S. D. Yeh. 1990. Thrips transmission of tomato spotted wilt virus from watermelon. Plant Prot. Bull. 32: 331-332.
Chen, C. C., T. C. Chen, Y. H. Lin, S. D. Yeh, and H. T. Hsu. 2005. A chlorotic spot disease on calla lilies (*Zantedeschia* Spp.) is caused by a tospovirus serologically but distantly related to *Watermelon silver mottle virus*. Plant Dis. 89: 440-445.
Chen, T. C., Y. Y. Lu, Y. H. Cheng, C. A. Chang, and S. D. Yeh. 2008. *Melon yellow spot virus* in watermelon a first record from Taiwan. Plant Pathol. 57: 765.
Chen, T. C., Y. Y. Lu, Y. H. Cheng, J. T. Li, Y. C. Yeh, Y. C. Kang, C, P. Chang, L. H.

Huang, J. C. Peng, and S. D. Yeh. 2010. Serological relationship between Melon yellow spot virus and *Watermelon silver mottle virus* and differential detection of the two viruses in cucurbits. Arch. Virol. 155: 1085-1095.

Chien, R. C., W. S. Tsai, S. K. Green, and F. J. Jan. 2008. Identification and characterization of a mechanically transmissible *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting oriental melon. Plant Pathol. Bull. 17: 84.

Deng, T. C., C. H. Tsai, Y. F. Chen, C. A. Chang, C. H. Hsiao, and H. Lecoq. 1997. First report of cucurbit aphid-borne yellows luteovirus in Taiwan. Plant Protect. Bull. 39: 395-396.

Huang, C. H., L. Chang, and J. H. Tsai. 1993. The partial characterization of melon vein-banding mosaic virus, a newly recognized virus infecting cucurbits in Taiwan. Plant Pathol. 42: 100-107.

Huang, L. H., H. H. Tseng, J. T. Li, and T. C. Chen. 2010. First report of cucurbit chlorotic yellows virus infecting cucurbits in Taiwan. Plant Dis. 94: 1168.

Iwaki, M., Y. Honda, K. Hanada, and H. Tochihara. 1984. Silver mottle disease of watermelon caused by tomato spotted wilt virus. Plant Dis. 68: 1006-1008.

Kato, K., K. Hanada, and M. Kameya-Iwaki. 2000. Melon yellow spot virus: a distinct species of the genus *Tospovirus* isolated from melon. Phytopathology 90: 422-426.

Knierim, D., T. C. Deng, W. S. Tsai, S. K. Green, and L. Kenyon. 2010. Molecular identification of three distinct *Polerovirus* species and a recombinant *Cucurbit aphid-borne yellows virus* strain infecting cucurbit crops in Taiwan. Plant Pathol. 59: 991-1002.

Kormelink, R. 2005. *Tomato spotted wilt virus*. AAB Description of Plant Virus. No. 412.

Lecoq, H., B. C. Wipe-Scheibel, M. Bon, H. Lot, O. Lemaire, and E. Herrbach. 1992. A new yellowing disease of cucurbits caused by a luteovirus, cucurbit aphid-borne yellows virus. Plant Pathol. 41: 749-761.

Li, J. T., Y. F. Cheng, L. H. Huang, H. H. Tseng, and T. C. Chen. 2010. Molecular characterization of a new crinivirus isolated from melon in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 19: 113.

Liao, J. Y., C. C. Hu, T. K. Lin, C. A. Chang, and T. C. Deng. 2007. Identification of *Squash leaf curl Philippines virus* on *Benincasa hispida* in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 16: 11-18.

Lisa, V., G. Boccardo, G. D'Agostino, G. Dellavalle, and M. d'Aquilio. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology 71: 667-672.

Lisa, V., and H. Lecoq. 1984. Zucchini yellow mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Virus. No. 292.

Okuda, M., S. Okazaki, S. Yamasaki, S. Okuda, and M. Sugiyama. 2010. Host range and complete genome sequence of Cucurbit chlorotic yellows virus, a new member of the genus *Crinivirus*. Phytopathology 100: 560-566.

Peng, J. C., S. D. Yeh, L. H. Huang, J. T. Li, Y. F. Cheng, and T. C. Chen. 2011. Emerging threat of thrips-borne Melon yellow spot virus on melon and watermelon in Taiwan. Eur. J. Plant Pathol. 130: 205-214.

Purcifull, D. E., J. R. Edwardson, E. Hiebert, and D. Gonaslves. 1984a. Papaya ringspot virus. CMI/AAB Description of Plant Virus. No. 292.

Purcifull, D. E., E. Hiebert, and J. R. Edwardson., 1984b. Watermelon mosic virus. CMI/AAB Description of Plant Virus. No. 293.

Reinbold, C., E. Herrbach, and V. Brault. 2003. Posterior midgut and hindgut are both sites of acquisition of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii*. J. Gen. Virol. 84: 3473-3484.

Shang, Q. V., H. Y. Xiang, C. G. Han, D. W. Li, and J. L. Yu. 2009. Distribution and molecular diversity of three cucurbit-infecting poleroviruses in China. Virus Res. 145: 341-346.

Webb, R. E. and H. A. Scott. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic virus 1 and 2. Phytopathology 55: 895-900.

Wu, W. and H. Su. 1977. Watermelon mosaic virus in Taiwan. National Taiwan University Phytopathologist and Entomologist 5: 77-86.

Xiang, H. Y., Q. X. Shang, C. G. Han, D. W. Li, and J. L. Yu. 2008. Complete sequence analysis reveals two distinct poleroviruses infecting cucurbits in China. Arch. Virol. 153: 1155-1160.

Yeh, S. D., Y. H. Cheng, C. L. Jih, C. C. Chen, and M. J. Chen. 1988. Identification of tomato spotted wilt virus infecting horn melon and watermelon. Plant Prot. Bull. 30: 419-420.

Yeh, S. D., D. Gonsalves, and R. Provvidenti. 1984. Comparative studies on host range and serology of papaya ringspot virus and watermelon mosaic virus 1. Phytopathology 74: 1081-1085.

Yeh, S. D., Y. C.Lin, Y. H. Cheng, C. L. Jih, M. J.Chen, and C. C. Chen. 1992. Identification of tomato spotted wilt-like virus infecting watermelon in Taiwan. Plant Dis. 76: 835-840.

Evolutionary change of trends in prevalence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 1981-2011

Ting-Chin Deng[1,2]

[1] Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
[2] Corresponding author, e-mail: tcde@tari.gov.tw

Abstract

Cucurbits are cultivated widely and annually in Taiwan and the growth periods or field spaces are always overlapped or linked up that give rise to prevalence of viral diseases. Incessantly prevailing virus infection is a restriction factor in the production of cucurbits. In Taiwan, cucurbits are infected by 16 species of viruses, including the aphid-transmitted viruses: *Beet western yellows virus* (BWYV), *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Melon aphid-borne yellows virus* (MABYV), Melon vein-banding mosaic virus (MVbMV), *Papaya ringspot virus* (PRSV), Suakwa aphid-borne yellows virus (SABYV), Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV); the thrips-transmitted viruses: Calla lily chlorotic spot virus (CCSV), Melon yellow spot virus (MYSV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), Watermelon silver mottle virus (WSMoV); the whitefly-transmitted viruses: *Cucurbit chlorotic yellows virus* (CCYV), *Squash leaf curl Philippine virus* (SLCPHV), *Tomato leaf curl New Delhi virus* (ToLCNDV), and the seed-transmitted *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV). Among them, CGMMV, CMV, MVbMV, MYSV, PRSV, ToLCNDV, and ZYMV can also be mechanically transmitted with diseased plant sap. Cucurbit virus occurred in Taiwan has been recorded since 1944, and the current data show that the aphid-transmitted viruses have been the most prevalent in cucurbits all the time. They are ZYMV, PRSV, and CMV which are transmitted by non-persistent manner and CABYV by persistent manner. Tospoviruses which are persistently transmitted by thrips (*Thrips palmi*) in Taiwan emerged in 1990s and ever since WSMoV and MYSV have become the major viruses successively. Begomoviruses were extensively spread after their vector the silver leaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) invaded and established in Taiwan. Among the begomoviruses SLCPHV has become the major prevalent virus and has almost wiped out the muskmelon production since 2008. Another whitefly-transmitted virus is CCYV which broke out in 2009. All cucurbit cultivars in Taiwan were infected by CCYV in a very short period. However, due to the continuing low temperature, the relatively late start of spring, and the low whitefly population density at the beginning of 2011, the virus epidemic was slightly lessened.

Key words: Cucurbitaceae, Prevalence, Aphid-transmitted, Thrips-transmitted, Whitefly-transmitted

表 1. 1959 年台灣西瓜重要病害調查結果[1)]

Table 1. Disease incidence of watermelon occurred in Taiwan, 1959

	病害種類					
地區	炭疽病	白粉病	黑斑病	蔓割病	蔓枯病	毒素病
北部	87.2%	74.5%	60.0%	30.4%	23.0%	2.2%
中部(早植)	60.6%	11.3%	50.3%	31.9%	33.2%	0.9%
晚部(早植)	56.6%	10.6%	50.2%	13.2%	23.7%	0.8%
南部(春播)	72.9%	63.9%	5.3%	4.1%	14.5%	29.3%
南部(秋播)	100%	100%	97.0%	15.0%	100%	1.0%

1) 數據由黃及簡, 1959 的研究報告彙整而成。

表 2. 1985-1986 台灣瓜類病毒發生調查結果[1)]

Table 2. Incidence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 1985-1986

		病毒種類						
瓜	總數	ZYMV	WMV-1	CGMMV	N. R.[2)]	Complex	CMV[3)]	WMV-2[3)]
胡瓜	511	308 (60%)	164 (32%)	12 (2%)	147 (29%)	134 (26%)	17 (8%)	13 (6%)
絲瓜	298	234 (79%)	148 (50%)	4 (1%)	31 (10%)	121 (41%)	39 (17%)	0 (0%)
苦瓜	174	115 (66%)	115 (66%)	3 (2%)	31 (18%)	91 (52%)	3 (3%)	0 (0%)
冬瓜	178	67 (38%)	37 (21%)	2 (1%)	94 (53%)	18 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
南瓜	132	64 (48%)	42 (32%)	0 (0%)	44 (33%)	23 (17%)	5 (5%)	0 (0%)
蒲瓜	200	10 (5%)	29 (15%)	102 (51%)	74 (37%)	16 (8%)	4 (3%)	0 (0%)
甜瓜	610	278 (46%)	68 (11%)	20 (3%)	203 (33%)	36 (6%)	78 (23%)	0 (0%)
西瓜	473	167 (35%)	75 (16%)	3 (1%)	268 (57%)	44 (9%)	3 (1%)	1 (0%)
總數	2576	1243 (48%)	678 (26%)	146 (6%)	892 (35%)	483 (19%)	149 (9%)	14 (1%)

1) 數據由許等, 1987 及張等, 1987 的研究報告彙整而成。

2) Negative reaction 陰性反應。

3) 只調查 1986 春作。

表 3. 1997-2006 台灣瓜類病毒發生調查結果

Table 3. Incidence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 1997-2006

	採集	病毒種類						總數
瓜類	點數	CABYV	CGMMV	CMV	PRSV	WSMoV	ZYMV	Total
胡瓜	54	339 (22%)	19 (1%)	258 (16%)	231 (15%)	87 (6%)	329 (21%)	1566
甜瓜	37	107 (10%)	4 (0%)	68 (6%)	88 (8%)	68 (6%)	162 (15%)	1111
西瓜	23	36 (8%)	15 (3%)	9 (2%)	96 (22%)	95 (21%)	158 (36%)	444
絲瓜	25	8 (2%)	3 (1%)	102 (25%)	116 (28%)	12 (3%)	222 (53%)	415
苦瓜	8	7 (6%)	0 (0%)	20 (16%)	6 (5%)	0 (0%)	3 (2%)	124
冬瓜	63	226 (9%)	11 (0%)	162 (7%)	1079 (45%)	727 (30%)	593 (25%)	2399
南瓜	14	15 (14%)	2 (2%)	14 (13%)	36 (34%)	0 (0%)	39 (37%)	105
蒲瓜	12	0 (0%)	53 (65%)	9 (11%)	2 (2%)	6 (7%)	3 (4%)	82
總數	236	738 (12%)	107 (2%)	642 (10%)	1654 (26%)	995 (16%)	1509(24%)	6246

1) 數據由鄧等, 2007 的研究報告彙整而成。

表 4. 2003-2005 台灣瓜類病毒發生調查結果[1)]

Table 4. Incidence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 2003-2005

		病毒種類						
瓜	總數	ZYMV	PRSV	CMV	WMV-2	WSMoV	CGMMV	SqMV
西瓜	730	207 (28%)	199 (27%)	463 (63%)	0 (0%)	114 (16%)	18 (3%)	11 (2%)
甜瓜	2188	1063 (49%)	699 (32%)	1335 (61%)	15 (1%)	376 (17%)	59 (3%)	18 (1%)
其他	764	158 (21%)	376 (49%)	581 (76%)	14 (2%)	49 (6%)	33 (4%)	2 (0%)
總數	3682	1428 (39%)	1274 (35%)	2379 (65%)	29 (1%)	539 (15%)	110 (3%)	52 (1%)

1) 數據由彭等, 2006 的報告彙整而成，採集地包括嘉義、台南、高雄、屏東。

表 5. 2008 年 1-6 月台灣中部瓜類病毒發生調查結果[1)]

Table 5. Incidence of cucurbits-infecting viruses in central Taiwan in 2008

		病毒種類		
瓜類	總數	WSMoV	MYSV	WSMoV+MYSV
西瓜	914	216 (23.6%)	134 (14.7%)	7 (0.8%)
甜瓜	937	2 (0.2%)	265 (28.3%)	0
冬瓜	499	65 (13%)	35 (7%)	0
總數	2350	283 (12%)	434 (19%)	7 (0.3%)

1) 根據Chen *et al.* 2010 的報告彙整而成，採集地包括台中、彰化、雲林。

表 6. 2007-2008 年台灣瓜類病毒發生調查結果 [1)]

Table 6. Incidence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 2007 - 2008

		病毒種類		
瓜類	總數	WSMoV	MYSV	WSMoV+MYSV
西瓜	1811	4066 (22.4%)	166 (9.2%)	3 (0.17%)
甜瓜	10480	631 (6.0%)	1906 (18.2%)	17 (0.16%)
總數	12291	1037 (8.4%)	2072 (16.9%)	20 (0.16%)

1) 根據Pen *et al.* 2011 的報告彙整而成，採集地包括台中、彰化、雲林。

表 7. 2007-2008 年台灣瓜類病毒發生調查結果[1)]

Table 7. Incidence of cucurbits-infecting viruses in Taiwan, 2007-2008

		病毒種類								
瓜類	總數	ZYMV	PRSV-W	CMV	(3) mixed	WSMoV	MYSV	(2) mixed	(3) + WSMoV	(3) + MYSV
西瓜	877	221 (25%)	302 (34%)	150 (17%)	156 (18%)	193 (22%)	46 (5%)	3 (0.3%)	44 (5.0%)	4 (0.5%)
甜瓜	5327	1781 (33%)	1346 (25%)	1137 (21%)	764 (14%)	542 (10%)	1060 (20%)	13 (0.2%)	57 (11%)	163 (3.1%)
總數	6204	2002 (32%)	1648 (27%)	1287 (21%)	920 (15%)	735 (12%)	1106 (18%)	16 (0.3%)	101 (1.6%)	167 (2.7%)

[1)] 根據Pen *et al.* 2011 的報告彙整而成，採集地包括嘉義、台南、高雄、屏東。